

Disclaimer:

This English translation is produced by machine translation and may contain errors. The JPO, the INPIT, and those who drafted this document in the original language are not responsible for the result of the translation.

Notes:

1. Untranslatable words are replaced with asterisks (****).
2. Texts in the figures are not translated and shown as it is.

Translated: 16:09:20 JST 05/19/2009

Dictionary: Last updated 04/14/2009 / Priority:

CLAIM + DETAILED DESCRIPTION

[Claim(s)]

[Claim 1]An optical semiconductor sensor detecting this visible light with current or voltage based on a wavelength of visible light which was equipped with a light emitting element which emits light by impressing voltage to a joined part of a semiconductor field where conducted types of current differ mutually to a forward direction, and was irradiated to said light emitting element from this light emitting element.

[Claim 2]The optical semiconductor sensor according to claim 1 detecting this visible light by current produced from this light emitting element based on a wavelength of visible light which was further equipped with a source of voltage electrically connected to said light emitting element so that voltage might be impressed to said joined part to an opposite direction, and was irradiated to said light emitting element.

[Claim 3]The optical semiconductor sensor according to claim 1 detecting this visible light with an electromotive voltage produced from this light emitting element based on a wavelength of visible light irradiated to said light emitting element.

[Claim 4]The optical semiconductor sensor according to claim 3 which is provided with the following, is further provided with an operation amplifier which changes said electromotive voltage into low impedance, and outputs it, and is characterized by detecting this visible light with said electromotive voltage outputted from said operation amplifier.

A reversed input which one electrode of said light emitting element was connected to reference voltage, and was connected to an electrode of another side of said light emitting element.

A reversal input and an output which were connected mutually.

[Claim 5]The optical semiconductor sensor according to claim 4 characterized by this electromotive voltage changing to alignment mostly to a wavelength of said visible light when a value of said electromotive voltage is one of 10 to 90% of voltage values of a luminescence voltage range or an open output voltage range.

[Claim 6]The optical semiconductor sensor according to claim 4 or 5 when said electromotive voltage is in 10 to 90% of range of a luminescence voltage range or an open output voltage range, wherein a rate of change of this electromotive voltage to change of a wavelength of said visible light is larger than a case where it is in the range with this other electromotive voltage.

[Claim 7]The optical semiconductor sensor according to any one of claims 1 to 6, wherein said light emitting element has a spectral sensitivity characteristic near the spectral-luminous-efficacy characteristic.

[Claim 8]The optical semiconductor sensor according to any one of claims 1 to 6, wherein said light emitting element has the part optical sensitivity which detects a light wave with a wavelength of 500 to 620 nm.

[Claim 9]The optical semiconductor sensor according to any one of claims 1 to 8, wherein said light emitting element is a light emitting element which emits light in yellow light.

[Claim 10]The optical semiconductor sensor according to claim 9, wherein a semiconductor of said light emitting element consists of material of either InGaAlP, GaAlP or GaP.

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]This invention relates to an optical semiconductor sensor.

[0002]

[Description of the Prior Art] In conventional technology, in order to detect the illumination of the light of the surrounding environment, a photo-diode or a photo-transistor made from Si (silicon) of unit matter as a photo acceptance unit was used. A photo acceptance unit may be used in order to detect the visible light in about 400 to about 720-nm wavelength area and to control a device. For example, a photo acceptance unit may be used for the LCD monitor used for electric appliances, such as a cellular phone and a mobile computer. In this case, when the circumference is bright for man, a photo acceptance unit detects the illumination of surrounding visible light, and consumption of a battery is prevented by controlling so that the electric appliance itself makes backlight of a liquid crystal dark.

[0003] Drawing 10 is a graph which shows the spectral sensitivity characteristic of Si photo-transistor, the spectral-luminous-efficacy characteristic, and the luminescent property of various light sources. The graph a shows the spectral sensitivity characteristic of Si photo-transistor, and the graph b shows the spectral-luminous-efficacy characteristic. The graph c, d, and e shows the luminescent property at the time of making sunlight, a fluorescent light, and incandescence light into a light source, respectively.

[0004] Each graph is expressed as the relative sensitivity to a wavelength and relative luminescence intensity of a light wave. Relative sensitivity and relative luminescence intensity are the ratios of the value of sensitivity or luminescence intensity to the maximum of sensitivity or luminescence intensity.

[0005] The spectral-luminous-efficacy characteristic expresses the sensitivity characteristic over the eye of visible light. Usually, in the case of man, light with a wavelength of about 555 nm is the most legible.

Therefore, the spectral-luminous-efficacy characteristic serves as the maximum in the wavelength of about 555 nm, and has a spread like the graph b in about 400 to about 720-nm wavelength area of visible light.

[0006] However, in sunlight, it has luminescence intensity somewhat to an infrared light field, and also has big luminescence intensity to an infrared light field in incandescence light as shown in drawing 10. (Refer to the graph c and graph e).

[0007] The spectral sensitivity characteristic of Si photo-transistor has the highest sensitivity of the light of an infrared light field (refer to graph a). That is, Si photo-transistor has comparatively high spectrum sensitivity in infrared light to having comparatively low spectrum sensitivity in visible light.

[0008] therefore -- even if the illumination by visible light is comparatively low environment dark for man -- sunlight -- especially, by the infrared light from incandescence light, Si photo-transistor will detect light and will react. By it, an electric appliance will cause malfunction. For example, although the circumference is dark for man, an electric appliance will make backlight of a liquid crystal dark. That is, in order to make a photo acceptance unit react only to the illumination by visible light, the spectral sensitivity characteristic of a photo acceptance unit must be close brought with the spectral-luminous-efficacy characteristic.

[0009]

[Problem to be solved by the invention] In the former, in order for Si photo-transistor to detect only the illumination of visible light correctly, the spectral-luminous-efficacy compensating filter was allocated in the outside of Si photo-transistor. A spectral-luminous-efficacy compensating filter brings the spectral sensitivity characteristic (graph a) of Si photo-transistor close to the spectral-luminous-efficacy characteristic (graph b) by amending the wavelength of the light which enters into Si photo-transistor.

[0010] However, there was a problem that the area in which the size of a photo acceptance unit mounts increase and a photo acceptance unit to an electric appliance will become large, by using a spectral-luminous-efficacy compensating filter.

[0011] Since a spectral-luminous-efficacy compensating filter was needed, there was a problem of leading to the cost rise of a photo acceptance unit or an electric appliance.

[0012] Therefore, the purpose of this invention is to provide the optical semiconductor sensor which does not need a spectral-luminous-efficacy compensating filter, but has a near spectral sensitivity characteristic with the spectral-luminous-efficacy characteristic.

[0013]

[Means for solving problem] [the optical semiconductor sensor by the embodiment according to this invention] It has a light emitting element which emits light by impressing voltage to the joined part of the semiconductor field where the conducted types of current differ mutually to a forward direction, and the current or voltage based on a wavelength of the visible light irradiated to said light emitting element from this light emitting element detects this visible light.

[0014] It may have further the source of voltage electrically connected to said light emitting element so that voltage may be impressed to said joined part to an opposite direction, and the current produced from this

light emitting element based on the wavelength of the visible light irradiated to said light emitting element may detect this visible light.

[0015]The electromotive voltage produced from this light emitting element based on the wavelength of the visible light irradiated to said light emitting element may detect this visible light.

[0016]The reversed input which in this case one electrode of said light emitting element was connected to reference voltage, and was connected to the electrode of another side of said light emitting element. It is preferred to detect this visible light with said electromotive voltage which has the reversal input and output which were connected mutually, was further provided with the operation amplifier which changes said electromotive voltage into low impedance, and outputs it, and was outputted from said operation amplifier.

[0017]Preferably, when the value of said electromotive voltage is one of 10 to 90% of voltage values of a luminescence voltage range or an open output voltage range, this electromotive voltage changes to alignment mostly to the wavelength of said visible light.

[0018]Preferably, when said electromotive voltage is in 10 to 90% of range of a luminescence voltage range or an open output voltage range, the rate of change of this electromotive voltage to change of the wavelength of said visible light is larger than the case where it is in the range with this other electromotive voltage.

[0019]Preferably, said light emitting element has a spectral sensitivity characteristic near the spectral-luminous-efficacy characteristic. Said light emitting element has preferably the part optical sensitivity which detects a light wave with a wavelength of 500 to 620 nm.

[0020]Preferably, said light emitting element is a light emitting element which emits light in yellow light.

Preferably, the semiconductor of said light emitting element consists of material of either InGaAlP, GaAlP or GaP.

[0021]

[Mode for carrying out the invention]Hereafter, the embodiment by this invention is described with reference to Drawings. This embodiment does not limit this invention.

[0022]Drawing 1 is a typical circuit diagram of the optical semiconductor sensor 100 by a 1st embodiment according to this invention. The optical semiconductor sensor 100 is provided with the light emitting element (henceforth LED (Light Emitting Diode)) 10 which emits light by impressing forward voltage to n type and pn joined part (not shown) of a p type semiconductor. The optical semiconductor sensor 100 is further provided with the anode terminal 20 and the cathode terminal 30. The light emitting element 10 has an anode electrode and a cathode electrode, and is electrically connected to the anode terminals 20 and 30 by the bonding wire 40, respectively. The anode terminal 20 and the cathode terminal 30 are connected to the source 70 of voltage. The current detector is formed between the anode terminal 20 and the source 70 of voltage. The anode terminal 20 is grounded further. The mold of the light emitting element 10 is carried out with the transparent resin 50 in the circumference.

[0023]Hereafter, operation of the optical semiconductor sensor 100 is explained. Generally, a light emitting element emits light, when the electron hole which the electron poured in with the forward voltage impressed to the forward direction of pn junction combined with the electron hole, or was poured in with forward voltage combines with an electron. That is, the light emitting element 10 emits light by impressing voltage higher than the cathode terminal 30 to the anode terminal 20.

[0024]However, according to this embodiment, the source 70 of voltage is electrically connected to the light emitting element 10 so that voltage may be impressed to an opposite direction of pn junction. That is, the source 70 of voltage impresses voltage higher than the anode terminal 20 to the cathode terminal 30. Thus, according to this embodiment, a depletion layer arises from pn junction with reverse voltage impressed to pn junction of the light emitting element 10. If light irradiated from the light source 60 to a light emitting element enters into this depletion layer, it will generate an electron and an electron hole. By it, 15 flows through inside of the optical semiconductor sensor 100 in the direction of an arrow. Therefore, the current detector 80 can detect the output current 15.

[0025]Thus, this invention is used as a sensor for detecting light, without making the light emitting element 10 emit light.

[0026]Drawing 2 is a graph which shows a spectral sensitivity characteristic and the spectral-luminous-efficacy characteristic at the time of using a light emitting element to an optical semiconductor sensor. The graph I, the graph II, the graph III, and the graph IV show a spectral sensitivity characteristic at the time of using a light emitting element which emits light in red, **, yellow, and green, respectively to an optical semiconductor sensor. The graph b shows the spectral-luminous-efficacy characteristic like drawing 10.

[0027]Red LED (graph I) and orange LED (graph II) are clearly shifted from the spectral-luminous-efficacy characteristic as compared with yellow LED (graph III) or green LED (graph IV). That is, it turns out that the light emitting element which shows the spectral sensitivity characteristic nearest to the spectral-luminous-efficacy characteristic from drawing 2 is either yellow LED (graph III) or green LED (graph IV).

[0028]Next, any of yellow LED or green LED consider whether it is suitable as a light emitting element used to an optical semiconductor sensor.

[0029]Drawing 3 is the graph which showed the output current I_s (short-circuit current I_{sc}) over the illumination E_v of the visible light at the time of using green LED to the optical semiconductor sensor 100.

[0030]Drawing 4 is the graph which showed the output current I_s (short-circuit current I_{sc}) over the illumination E_v of the visible light at the time of using yellow LED to the optical semiconductor sensor 100.

[0031]Both drawing 3 and drawing 4 express a graph when a fluorescent light is made into a light source with a solid line, and express the graph when incandescence light is made into a light source with the dashed line. The horizontal axis of drawing 3 and drawing 4 expresses the illumination E_v of visible light with the unit of lux (lx), and the vertical axis of drawing 3 and drawing 4 expresses the short-circuit current I_{sc} from the light emitting element 10 with the unit of nanoampere (nA).

[0032]It is because light of a light range is comparatively weak to a fluorescent light emitting light only in light of a light range mostly having chosen a fluorescent light and incandescence light as a light source as shown in drawing 10 and incandescence light has a comparatively strong light of an infrared light field. That is, it is because a strong wavelength area or an emission spectrum of luminescence intensity is remarkably different between a fluorescent light and incandescence light.

[0033]Thus, by comparing a graph of the short-circuit current I_{sc} to the illumination E_v of visible light using a light source which a wavelength area where luminescence intensity is strong, or an emission spectrum is remarkable, and is different shows whether the light emitting element 10 has reacted only by visible light.

[0034]As shown in drawing 4, even if an optical semiconductor sensor using yellow LED is a case where a fluorescent light and incandescence light are used as a light source, it outputs the almost fixed short-circuit current I_{sc} to the illumination E_v of fixed visible light. On the other hand, in an optical semiconductor sensor using green LED, as shown in drawing 3, even if the illumination E_v of visible light is constant, the different short-circuit current I_{sc} between a fluorescent light and incandescence light will be outputted.

[0035]Therefore, it turns out that the optical semiconductor sensor which yellow LED used has reacted only by visible light mostly. If it puts in another way, it can be said that yellow LED has the small influence by which it is affected from the light of an infrared area as compared with green LED. Therefore, in order to detect the illumination of visible light, it turned out that the yellow LED is suitable rather than green LED.

[0036]As a material used for the active layer of yellow LED, although there are InGaAlP, GaAlP, GaP, etc., InGaAlP with a comparatively large namely, luminescence output and the comparatively large short-circuit current I_{sc} is preferred.

[0037]Drawing 5 is the graph which showed the collector current I_c to the illumination E_v of the visible light in the optical semiconductor sensor which used the conventional Si photo-transistor. The effect of this embodiment is explained using drawing 3, drawing 4, and drawing 5.

[0038]For example, when the illumination E_v of visible light is 100lx, in the conventional optical semiconductor sensor, the differences of the collector current I_c between a fluorescent light and incandescence light are about 200 nA(s). On the other hand, in the optical semiconductor sensor 100 using yellow LED by this embodiment, the differences of the short-circuit current I_{sc} between a fluorescent light and incandescence light are about 0.1 nA(s). In the optical semiconductor sensor 100 using green LED by this embodiment, the differences of the short-circuit current I_{sc} between a fluorescent light and incandescence light are about 0.4 nA(s).

[0039]Thus, in the optical semiconductor sensor 100 by this embodiment, the difference of the short-circuit current I_{sc} between a fluorescent light and incandescence light is very small. Therefore, the optical semiconductor sensor 100 by this embodiment has the small influence by which it is affected from the light of an infrared area, and has reacted only by visible light mostly. That is, the spectral sensitivity characteristic of the light emitting element 10 of the optical semiconductor sensor 100 is very close to the spectral-luminous-efficacy characteristic.

[0040]Therefore, the optical semiconductor sensor 100 does not need a spectral-luminous-efficacy compensating filter, but it becomes small, and the area mounted to an electric appliance becomes smaller.

[0041]Since the optical semiconductor sensor 100 does not need a spectral-luminous-efficacy compensating

filter, the cost of the electric appliance provided with the optical semiconductor sensor 100 or the optical semiconductor sensor 100 is made to reduce.

[0042] Drawing 6 is a typical circuit diagram of the optical semiconductor sensor 200 by a 2nd embodiment according to this invention. The same reference number is given to the same component as the component of a 1st embodiment of drawing 1. The light emitting element 10 in this embodiment as well as a 1st embodiment is yellow LED which has a near spectral sensitivity characteristic with the spectral-luminous-efficacy characteristic. Although the material of the active layer of the yellow LED has InGaAlP, GaAlP, GaP, etc., its InGaAlP with a comparatively large namely, luminescence output and the comparatively large short-circuit current I_{sc} is preferred.

[0043] The optical semiconductor sensor 200 is further provided with the voltage follower circuit 210 which carries out impedance conversion of the input from the cathode electrode 30 of the light emitting element 10, and outputs it.

[0044] The voltage follower circuit 210 has operation amplifiers, such as CMOS OPEAMPU 215, for example. It is connected to the inversed input terminal 250 of CMOS OPEAMPU 215, and the negative return of the output 240 of CMOS OPEAMPU 215 is carried out. The inversed input terminal 250 of CMOS OPEAMPU 215 is not grounded, and resistance is not provided between the output 240 and the inversed input terminal 250. Therefore, the voltage V_I of the non-inversed input terminal 260 of CMOS OPEAMPU 215 is outputted from the output 240, without being amplified.

[0045] The source 230 of voltage is connected to CMOS OPEAMPU 215, and the voltage detector 220 is connected to the output 240 of CMOS OPEAMPU 215.

[0046] In the voltage follower circuit 210, the input impedance of the non-inversed input terminal 260 is very high, and, on the other hand, the output impedance of the output 240 is very low. That is, the voltage follower circuit 210 is used for impedance conversion.

[0047] The anode electrode 20 of the light emitting element 10 is grounded as reference voltage in the ground. That is, the light emitting element 10 is an opened condition to which voltage is not impressed.

[0048] Hereafter, operation of the optical semiconductor sensor 200 is explained.

[0049] When the light from the light source 60 enters light emitting element 10 via the transparent resin 50, the electromotive voltage V_{OC} arises in the light emitting element 10 of an opened condition. After the electromotive voltage V_{OC} is inputted into the high non-inversed input terminal 260 of input impedance and impedance conversion is carried out to low impedance by the voltage follower circuit 210, it is outputted from the output 240 with the electromotive voltage V_{OC} . The voltage detector 220 detects the electromotive voltage V_{OC} from this output 240.

[0050] Drawing 7 is the graph which showed the electromotive voltage V_{OC} to the illumination E_v of the visible light in the optical semiconductor sensor 200 by this embodiment. A graph when a fluorescent light is made into a light source is denoted by a solid line, and the graph when incandescence light is made into a light source is denoted by the dashed line. A horizontal axis expresses the illumination E_v of visible light with the unit of lux (lx), and the vertical axis expresses the electromotive voltage V_{oc} from the light emitting element 10 with the unit of volt (V).

[0051] Drawing 8 is the graph which showed the electromotive voltage V_{oc} to the illumination E_v of the visible light at the time of replacing with yellow LED and using green LED to the optical semiconductor sensor 200. Since the horizontal axis and the vertical axis are the same as that of drawing 7, explanation is omitted.

[0052] As compared with drawing 7 and drawing 8, the yellow LED of the difference of the electromotive voltage V_{oc} between a fluorescent light and incandescence light is smaller than green LED. That is, the spectral sensitivity characteristic of the optical semiconductor sensor 200 using yellow LED is closer to the spectral-luminous-efficacy characteristic than the spectral sensitivity characteristic of the optical semiconductor sensor 200 using green LED. Therefore, also in this embodiment, it turns out that it is more desirable to use yellow LED as the light emitting element 10 rather than green LED.

[0053] The spectral sensitivity characteristic of the optical semiconductor sensor 200 by this embodiment is closer to the spectral-luminous-efficacy characteristic than the spectral sensitivity characteristic of the conventional Si photo-transistor. Therefore, the optical semiconductor sensor 200 by this embodiment has an effect equivalent to the optical semiconductor sensor 100 by a 1st embodiment.

[0054] Drawing 9 is the graph which showed the electromotive voltage V_{oc} to the illumination E_v of the visible light in the optical semiconductor sensor 200 using yellow LED like drawing 7. The further effect of the optical semiconductor sensor 200 by this embodiment is explained using drawing 9.

[0055] Generally, LED emits light with the forward voltage of the predetermined range. When LED emits light, let the range of the voltage which forward voltage can take be a luminescence voltage range. On the other hand, when the same LED is irradiated with visible light, LED outputs the electromotive voltage Voc. Let the range which the electromotive voltage Voc can take be an open output voltage range. Usually, the width of a luminescence voltage range and the width of an open output voltage range are almost equal.

[0056] For example, yellow LED used for this embodiment has a luminescence voltage range about 1.0 v wide. Therefore, when visible light is irradiated, yellow LED has an open output voltage range about 1.0 v wide. Here, the actual electromotive voltage Voc can take about 0.5 to about 1.5-v open output voltage range because the offset voltage of CMOS OPEAMPU 215 is about 0.5 v. That is, when the surrounding environment is dark enough, the electromotive voltage Voc is about 0.5 v, and when the surrounding environment is bright enough, the electromotive voltage Voc is about 1.5 v.

[0057] According to this embodiment, in the range from about 10% to a luminescence voltage range or about 90% of open output voltage ranges, inclination of an electromotive voltage Voc graph is comparatively large. That is, the change of the electromotive voltage Voc to change of the illumination Ev of visible light is large. This means that the optical semiconductor sensor 200 by this embodiment can detect the illumination Ev with high precision.

[0058] The illumination Ev changes to alignment from about 100 lx(es) before about 600 lx from about 600 lx before about 1000 lx and from about 1500 lx(es) before about 100000 lx. Therefore, the exact illumination Ev may be simply drawn to the value of a certain electromotive voltage Voc.

[0059] Therefore, the optical semiconductor sensor 200 by this embodiment can detect the illumination Ev with high precision and correctly in the range from about 10% to a luminescence voltage range or about 90% of open output voltage ranges.

[0060] When the illumination Ev is below 100 lx, the accuracy of detection of incidence light falls. However, each place in every day and the illumination Ev of Lighting Sub-Division in each activity are usually below 100 or more lx and about 100000 lx. Therefore, the illumination Ev can call the illumination field which changes to alignment an illumination field suitable for a life of man.

[0061] In this embodiment, the voltage follower circuit 210 may really be formed in one chip with the component of others by which the mold is carried out with the light emitting element 10 or the transparent resin 50. Further, an optical semiconductor sensor is miniaturized by it and the cost falls by it.

[0062]

[Effect of the Invention] Since the optical semiconductor sensor according to this invention has a near spectral sensitivity characteristic with the spectral-luminous-efficacy characteristic by using a light emitting element as a photo acceptance unit, it does not need a spectral-luminous-efficacy compensating filter. Therefore, according to the optical semiconductor sensor according to this invention, a spectral-luminous-efficacy compensating filter is not needed, but it becomes small, and the area mounted to an electric appliance becomes smaller.

[0063] Since a spectral-luminous-efficacy compensating filter is not needed according to the optical semiconductor sensor according to this invention, the cost of the electric appliance provided with the optical semiconductor sensor or the optical semiconductor sensor is made to reduce.

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-258292

(P2003-258292A)

(43) 公開日 平成15年9月12日 (2003.9.12)

(51) Int.Cl.⁷

H 0 1 L 31/10

識別記号

F I

H 0 1 L 31/10

テーマコード(参考)

G 5 F 0 4 9

審査請求 有 請求項の数13 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2002-55384(P2002-55384)

(22) 出願日 平成14年3月1日 (2002.3.1)

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

東京都港区芝浦一丁目1番1号

(72) 発明者 松 尾 英 孝

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝マイクロエレクトロニクスセンター内

(74) 代理人 100075812

弁理士 吉武 賢次 (外4名)

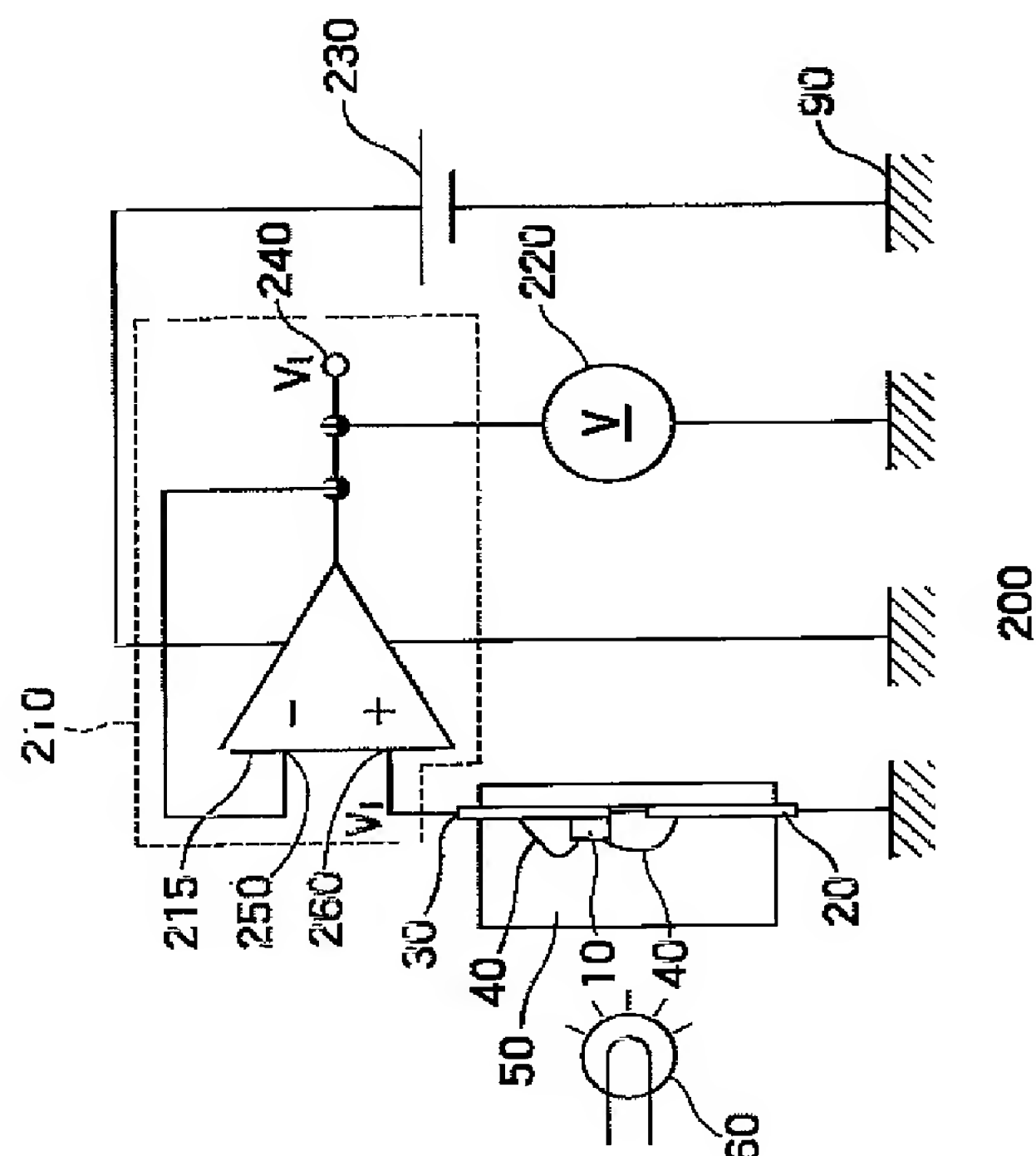
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光半導体センサ

(57) 【要約】

【課題】 視感度補正フィルタを必要とせず、視感度特性により近い分光感度特性を有する光半導体センサを提供する。

【解決手段】 本発明による光半導体センサ100は、導電型が互いに異なる少なくとも2つの半導体の接合部に順電圧を印加することにより発光する発光素子10を備え、発光素子10へ照射された可視光の波長に基づいた該発光素子10からの電流または電圧により該可視光を検出する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】導電型が互いに異なる半導体領域の接合部に順方向へ電圧を印加することにより発光する発光素子を備え、

前記発光素子へ照射された可視光の波長に基づいた該発光素子からの電流または電圧により該可視光を検出することを特徴とする光半導体センサ。

【請求項2】前記接合部に逆方向へ電圧を印加するように前記発光素子に電氣的に接続された電圧源をさらに備え、

前記発光素子へ照射された可視光の波長に基づき該発光素子から生じた電流により該可視光を検出することを特徴とする請求項1に記載の光半導体センサ。

【請求項3】前記発光素子へ照射された可視光の波長に基づき該発光素子から生じた起電圧により該可視光を検出することを特徴とする請求項1に記載の光半導体センサ。

【請求項4】前記発光素子の一方の電極は基準電圧に接続され、

前記発光素子の他方の電極に接続された非反転入力と、互いに接続された反転入力および出力とを有し、前記起電圧を低いインピーダンスに変換して出力する演算増幅器をさらに備え、

前記演算増幅器から出力された前記起電圧により該可視光を検出することを特徴とする請求項3に記載の光半導体センサ。

【請求項5】前記起電圧の値が発光電圧範囲または開放出力電圧範囲の10%から90%の電圧値にあるときに、該起電圧が前記可視光の波長に対してほぼ線形に変化することを特徴とする請求項4に記載の光半導体センサ。

【請求項6】前記起電圧が発光電圧範囲または開放出力電圧範囲の10%から90%の範囲にあるときに、該起電圧がそれ以外の範囲にある場合よりも、前記可視光の波長の変化に対する該起電圧の変化率が大きいことを特徴とする請求項4または請求項5に記載の光半導体センサ。

【請求項7】前記発光素子は視感度特性に近い分光感度特性を有することを特徴とする請求項1から請求項6のいずれかに記載の光半導体センサ。

【請求項8】前記発光素子は500nmから620nmの波長の光波を検出する分光感度を有することを特徴とする請求項1から請求項6のいずれかに記載の光半導体センサ。

【請求項9】前記発光素子は黄色光を発光する発光素子であることを特徴とする請求項1から請求項8のいずれかに記載の光半導体センサ。

【請求項10】前記発光素子の半導体はInGaAlP、GaAlPまたはGaPのいずれかの材料からなることを特徴とする請求項9に記載の光半導体センサ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は光半導体センサに関

する。

【0002】

【従来の技術】従来技術においては、周囲の環境の光の照度を検出するために、受光素子として単元素のSi（シリコン）を材料としたフォトダイオードまたはフォトトランジスタが用いられていた。受光素子は、約400nmから約720nmの波長領域内の可視光を検出して装置を制御するために使用されることがある。例えば、受光素子は携帯電話やモバイル・コンピュータなどの電気機器に使用される液晶モニタに使用される場合がある。この場合、周囲が人間にとって明るいときには、受光素子が周囲の可視光の照度を検出し、電気機器自体が液晶のバックライトを暗くするよう制御することによってバッテリーの消耗を防止する。

【0003】図10は、Siフォトトランジスタの分光感度特性、視感度特性および様々な光源の発光特性を示すグラフである。グラフaはSiフォトトランジスタの分光感度特性を示し、グラフbは視感度特性を示す。グラフc、dおよびeは、それぞれ太陽光、蛍光灯および白熱灯を光源とした場合の発光特性を示す。

【0004】それぞれのグラフは、光波の波長に対する相対感度および相対発光強度として表されている。相対感度および相対発光強度は、感度または発光強度の最大値に対する感度または発光強度の値の比率である。

【0005】視感度特性は可視光の目に対する感度特性を表している。通常、人間の場合、約555nmの波長の光が最も見易い。よって、視感度特性は、波長約555nmにおいて最大となり、約400nmから約720nmの可視光の波長領域内においてグラフbのように広がりを持つ。

【0006】しかし、図10に示すとおり、太陽光では赤外光領域に多少発光強度を有し、さらに白熱灯においては赤外光領域に大きな発光強度を有する。（グラフcおよびグラフe参照）。

【0007】また、Siフォトトランジスタの分光感度特性は、赤外光領域の光の感度が最も高い（グラフa参照）。即ち、Siフォトトランジスタは、可視光において比較的低い分光感度を有するのに対して、赤外光において比較的高い分光感度を有する。

【0008】従って、可視光による照度が比較的強く人間にとって暗い環境であっても、太陽光や特に白熱灯からの赤外光によってSiフォトトランジスタが光を検出し、反応してしまう。それによって、電気機器が誤動作を引き起こしてしまう。例えば、周囲が人間にとって暗いにもかかわらず、電気機器は液晶のバックライトを暗くしてしまう。即ち、受光素子を可視光による照度のみに対して反応させるためには、受光素子の分光感度特性は視感度特性により近付けなければならない。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】従来において、Siフォトトランジスタによって可視光の照度のみを正確に検出

するために、Siフォトリランジスタの外側に視感度補正フィルタが配設されていた。視感度補正フィルタは、Siフォトリランジスタへ入射する光の波長を補正することによって、Siフォトリランジスタの分光感度特性（グラフa）を視感度特性（グラフb）へ近づける。

【0010】しかし、視感度補正フィルタを用いることによって、受光素子の大きさが増し、受光素子を電気機器へ実装する面積が大きくなってしまいう問題があった。

【0011】また、視感度補正フィルタを必要とするため、受光素子や電気機器のコストアップにつながってしまうという問題があった。

【0012】従って、本発明の目的は、視感度補正フィルタを必要とせず、視感度特性により近い分光感度特性を有する光半導体センサを提供することである。

【0013】

【課題を解決するための手段】本発明に従った実施の形態による光半導体センサは、導電型が互いに異なる半導体領域の接合部に順方向へ電圧を印加することにより発光する発光素子を備え、前記発光素子へ照射された可視光の波長に基づいた該発光素子からの電流または電圧により該可視光を検出することを特徴とする。

【0014】前記接合部に逆方向へ電圧を印加するように前記発光素子に電氣的に接続された電圧源をさらに備え、前記発光素子へ照射された可視光の波長に基づき該発光素子から生じた電流により該可視光を検出してもよい。

【0015】また、前記発光素子へ照射された可視光の波長に基づき該発光素子から生じた起電圧により該可視光を検出してもよい。

【0016】かかる場合、前記発光素子の一方の電極は基準電圧に接続され、前記発光素子の他方の電極に接続された非反転入力と、互いに接続された反転入力および出力とを有し、前記起電圧を低いインピーダンスに変換して出力する演算増幅器をさらに備え、前記演算増幅器から出力された前記起電圧により該可視光を検出することが好ましい。

【0017】好ましくは、前記起電圧の値が発光電圧範囲または開放出力電圧範囲の10%から90%の電圧値にあるときに、該起電圧が前記可視光の波長に対してほぼ線形に変化する。

【0018】好ましくは、前記起電圧が発光電圧範囲または開放出力電圧範囲の10%から90%の範囲にあるときに、該起電圧がそれ以外の範囲にある場合よりも、前記可視光の波長の変化に対する該起電圧の変化率が大きい。

【0019】好ましくは、前記発光素子は視感度特性に近い分光感度特性を有する。さらに好ましくは、前記発光素子は500nmから620nmの波長の光波を検出する分光感度を有する。

【0020】好ましくは、前記発光素子は黄色光を発光する発光素子である。好ましくは、前記発光素子の半導体はInGaAlP、GaAlPまたはGaPのいずれかの材料からなる。

【0021】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照し、本発明による実施の形態を説明する。尚、本実施の形態は本発明を限定するものではない。

【0022】図1は、本発明に従った第1の実施の形態による光半導体センサ100の模式的回路図である。光半導体センサ100は、n型およびp型の半導体のpn接合部（図示せず）に順電圧を印加することにより発光する発光素子（以下、LED（Light Emitting Diode）ともいう）10を備えている。光半導体センサ100は、アノード端子20およびカソード端子30をさらに備える。発光素子10は、アノード電極およびカソード電極を有し、それぞれボンディングワイヤ40によって電氣的にアノード端子20および30に接続されている。アノード端子20およびカソード端子30は電圧源70に接続されている。アノード端子20と電圧源70の間には、電流検出器が設けられている。アノード端子20はさらに接地されている。また、発光素子10は、その周囲を透明樹脂50によってモールドされている。

【0023】以下、光半導体センサ100の動作を説明する。一般に、発光素子は、pn接合の順方向へ印加される順電圧により注入された電子が正孔と結合し、若しくは、順電圧により注入された正孔が電子と結合することによって発光する。即ち、アノード端子20にカソード端子30よりも高い電圧を印加することによって、発光素子10は発光する。

【0024】しかし、本実施の形態によれば、電圧源70はpn接合の逆方向へ電圧を印加するように発光素子10に電氣的に接続されている。即ち、電圧源70はカソード端子30にアノード端子20よりも高い電圧を印加する。このように、本実施の形態によれば、発光素子10のpn接合に印加される逆電圧によって、pn接合から空乏層が生じる。光源60から発光素子へ照射された光はこの空乏層に入射すると電子および正孔を発生させる。それによって、光半導体センサ100内を15が矢印の方向へ流れる。従って、電流検出器80が出力電流15を検出することができる。

【0025】このように、本発明は、発光素子10を発光させることなく、光を検出するためのセンサとして使用する。

【0026】図2は、発光素子を光半導体センサへ用いた場合の分光感度特性および視感度特性を示すグラフである。グラフI、グラフII、グラフIIIおよびグラフIVは、それぞれ赤、橙、黄および緑色を発光する発光素子を光半導体センサへ用いた場合の分光感度特性を示す。グラフbは図10と同様に視感度特性を示す。

【0027】赤色LED（グラフI）および橙色LED（グラフII）は、黄色LED（グラフIII）または緑色LED（グラフIV）と比較して明らかに視感度特性からずれている。即ち、図2から視感度特性に最も近い分光感度特性を示す発光素子は、黄色LED（グラフIII）または緑色LED（グラフIV）のいずれかであることがわかる。

【0028】次に、黄色LEDまたは緑色LEDのいずれが光半導体センサへ用いられる発光素子として適切かを考察する。

【0029】図3は、緑色LEDを光半導体センサ100へ用いた場合の可視光の照度 E_v に対する出力電流15（短絡電流 I_{sc} ）を示したグラフである。

【0030】図4は、黄色LEDを光半導体センサ100へ用いた場合の可視光の照度 E_v に対する出力電流15（短絡電流 I_{sc} ）を示したグラフである。

【0031】図3および図4は、ともに、蛍光灯を光源としたときのグラフを実線で表し、白熱灯を光源としたときのグラフを破線で表している。また、図3および図4の横軸は可視光の照度 E_v をルクス（lx）の単位で表し、図3および図4の縦軸は発光素子10からの短絡電流 I_{sc} をナノアンペア（nA）の単位で表している。

【0032】光源として蛍光灯および白熱灯を選択したのは、図10に示すように、蛍光灯はほぼ可視光領域の光のみを発光するのに対して、白熱灯は可視光領域の光が比較的弱く赤外光領域の光が比較的強いからである。即ち、発光強度の強い波長領域または発光スペクトルが、蛍光灯と白熱灯との間で著しく相違するからである。

【0033】このように発光強度の強い波長領域または発光スペクトルの著しく異なる光源を用いて可視光の照度 E_v に対する短絡電流 I_{sc} のグラフを比較することにより、発光素子10が可視光のみによって反応しているか否かがわかる。

【0034】図4に示すように、黄色LEDを用いた光半導体センサは、蛍光灯および白熱灯を光源として用いた場合であっても、一定の可視光の照度 E_v に対して、ほぼ一定の短絡電流 I_{sc} を出力する。これに対し、図3に示すように、緑色LEDを用いた光半導体センサにおいては、可視光の照度 E_v が一定であっても、蛍光灯と白熱灯との間において異なる短絡電流 I_{sc} が出力されてしまう。

【0035】従って、黄色LEDを用いた光半導体センサはほぼ可視光のみによって反応していることがわかる。換言すれば、黄色LEDは、緑色LEDに比較して赤外線領域の光から受ける影響が小さいとも言える。従って、可視光の照度を検出するためには、緑色LEDよりも黄色LEDの方が適していることが分かった。

【0036】黄色LEDの活性層に使用される材料としては、InGaAlP、GaAlP、GaP等があるが、発光出力が比較

的大きい、即ち、短絡電流 I_{sc} が比較的大きいInGaAlPが好ましい。

【0037】図5は、従来のSiフォトトランジスタを用いた光半導体センサにおける可視光の照度 E_v に対するコレクタ電流 I_c を示したグラフである。図3、図4および図5を用いて本実施の形態の効果を説明する。

【0038】例えば、可視光の照度 E_v が100lxのときに、従来の光半導体センサにおいては、蛍光灯と白熱灯との間におけるコレクタ電流 I_c の差は約200nAである。これに対し、本実施の形態による黄色LEDを用いた光半導体センサ100においては、蛍光灯と白熱灯との間における短絡電流 I_{sc} の差は約0.1nAである。本実施の形態による緑色LEDを用いた光半導体センサ100においては、蛍光灯と白熱灯との間における短絡電流 I_{sc} の差は約0.4nAである。

【0039】このように、本実施の形態による光半導体センサ100においては、蛍光灯と白熱灯との間における短絡電流 I_{sc} の差が非常に小さい。従って、本実施の形態による光半導体センサ100は、赤外線領域の光から受ける影響が小さく、ほぼ可視光のみによって反応している。即ち、光半導体センサ100の発光素子10の分光感度特性は視感度特性に非常に近い。

【0040】従って、光半導体センサ100は、視感度補正フィルタを必要とせず、小型になり、電気機器へ実装する面積がより小さくなる。

【0041】また、光半導体センサ100は、視感度補正フィルタを必要としないので、光半導体センサ100や光半導体センサ100を備えた電気機器のコストを軽減させる。

【0042】図6は、本発明に従った第2の実施の形態による光半導体センサ200の模式的回路図である。尚、図1の第1の実施の形態の構成要素と同じ構成要素には同一の参照番号が付されている。本実施の形態における発光素子10も、第1の実施の形態と同様に、視感度特性により近い分光感度特性を有する黄色LEDである。その黄色LEDの活性層の材料は、InGaAlP、GaAlP、GaP等があるが、発光出力が比較的大きい、即ち、短絡電流 I_{sc} が比較的大きいInGaAlPが好ましい。

【0043】光半導体センサ200は、発光素子10のカソード電極30からの入力をインピーダンス変換して出力するボルテージホロワ回路210をさらに備える。

【0044】ボルテージホロワ回路210は、例えば、CMOSオペアンプ215などの演算増幅器を有する。CMOSオペアンプ215の出力240は、CMOSオペアンプ215の反転入力端子250に接続され、負帰還されている。CMOSオペアンプ215の反転入力端子250は接地されておらず、かつ出力240と反転入力端子250との間には抵抗が設けられていない。従って、CMOSオペアンプ215の非反転入力端子260の電圧 V_I は、増幅されることなく出力240から出力される。

【0045】尚、CMOSオペアンプ215には電圧源230が接続され、CMOSオペアンプ215の出力240には電圧検出器220が接続されている。

【0046】また、ボルテージホロワ回路210において、非反転入力端子260の入力インピーダンスは非常に高く、一方、出力240の出力インピーダンスは非常に低い。即ち、ボルテージホロワ回路210はインピーダンス変換に用いられている。

【0047】発光素子10のアノード電極20は基準電圧としてグランドへ接地されている。即ち、発光素子10は、電圧が印加されていない開放状態である。

【0048】以下、光半導体センサ200の動作を説明する。

【0049】光源60からの光が透明樹脂50を介して発光素子10入射したときに、開放状態の発光素子10に起電圧 V_{OC} が生じる。起電圧 V_{OC} は、入力インピーダンスの高い非反転入力端子260に入力され、ボルテージホロワ回路210によって低インピーダンスにインピーダンス変換された後、出力240から起電圧 V_{OC} のまま出力される。この出力240からの起電圧 V_{OC} を電圧検出器220が検出する。

【0050】図7は、本実施の形態による光半導体センサ200における可視光の照度 E_v に対する起電圧 V_{OC} を示したグラフである。蛍光灯を光源としたときのグラフを実線で表し、白熱灯を光源としたときのグラフを破線で表している。また、横軸は可視光の照度 E_v をルクス(1x)の単位で表し、縦軸は発光素子10からの起電圧 V_{oc} をボルト(V)の単位で表している。

【0051】図8は、黄色LEDに代えて緑色LEDを光半導体センサ200へ用いた場合の可視光の照度 E_v に対する起電圧 V_{oc} を示したグラフである。横軸および縦軸は図7と同様であるので説明を省略する。

【0052】図7および図8と比較すると、蛍光灯と白熱灯との間における起電圧 V_{oc} の差は、緑色LEDよりも黄色LEDの方が小さい。即ち、黄色LEDを用いた光半導体センサ200の分光感度特性の方が緑色LEDを用いた光半導体センサ200の分光感度特性よりも視感度特性に近い。従って、本実施の形態においても、緑色LEDよりも黄色LEDを発光素子10として用いる方が好ましいことがわかる。

【0053】本実施の形態による光半導体センサ200の分光感度特性は、従来のSiフォトランジスタの分光感度特性よりも視感度特性に近い。よって、本実施の形態による光半導体センサ200は、第1の実施の形態による光半導体センサ100と同等の効果を有する。

【0054】図9は、図7と同様に黄色LEDを用いた光半導体センサ200における可視光の照度 E_v に対する起電圧 V_{oc} を示したグラフである。図9を用いて本実施の形態による光半導体センサ200のさらなる効果を説明する。

【0055】一般に、LEDは、所定の範囲の順電圧によって発光する。LEDが発光するときに順電圧の取り得る電圧の範囲を発光電圧範囲とする。一方で、同じLEDに可視光を照射した場合には、LEDは起電圧 V_{oc} を出力する。起電圧 V_{oc} の取り得る範囲を開放出力電圧範囲とする。通常、発光電圧範囲の幅と開放出力電圧範囲の幅とはほぼ等しい。

【0056】例えば、本実施の形態に用いられる黄色LEDは、約1.0ボルトの幅の発光電圧範囲を有する。従って、可視光が照射された場合には、黄色LEDは、約1.0ボルトの幅の開放出力電圧範囲を有する。ここで、実際の起電圧 V_{oc} は、約0.5ボルトから約1.5ボルトの開放出力電圧範囲を取り得るのは、CMOSオペアンプ215のオフセット電圧が約0.5ボルトだからである。即ち、周囲の環境が十分に暗い場合には、起電圧 V_{oc} は約0.5ボルトであり、周囲の環境が十分に明るい場合には、起電圧 V_{oc} は約1.5ボルトである。

【0057】本実施の形態によれば、発光電圧範囲または開放出力電圧範囲の約10%から約90%までの範囲において、起電圧 V_{oc} グラフの傾きが比較的大きい。即ち、可視光の照度 E_v の変化に対する起電圧 V_{oc} の変化が大きい。これは、本実施の形態による光半導体センサ200が照度 E_v を高精度で検出することができることを意味する。

【0058】また、照度 E_v は、約100lxから約600 lxまでの間、約600 lxから約1000 lxまでの間、および約1500lxから約100000 lxまでの間において線形に変化する。従って、ある起電圧 V_{oc} の値に対して正確な照度 E_v が簡単に導出され得る。

【0059】従って、本実施の形態による光半導体センサ200は、発光電圧範囲または開放出力電圧範囲の約10%から約90%までの範囲において、照度 E_v を高精度かつ正確に検出することができる。

【0060】尚、照度 E_v が100 lx以下の場合には、入射光の検出の精度が低下する。しかし、通常、日常における各場所および各活動における照明の照度 E_v は100lx以上かつ約100000 lx以下である。従って、照度 E_v が線形に変化する照度領域は、人間の生活に適した照度領域といえる。

【0061】本実施の形態において、ボルテージホロワ回路210は、発光素子10や透明樹脂50によってモールドされているその他の構成要素とともに1つのチップに一体形成されてもよい。それによって、さらに光半導体センサは、小型化され、そのコストが低下する。

【0062】

【発明の効果】本発明に従った光半導体センサは、発光素子を受光素子として用いることによって視感度特性により近い分光感度特性を有するため、視感度補正フィルタを必要としない。従って、本発明に従った光半導体センサによれば、視感度補正フィルタを必要とせず、小型

になり、電気機器へ実装する面積がより小さくなる。

【0063】また、本発明に従った光半導体センサによれば、視感度補正フィルタを必要としないので、光半導体センサや光半導体センサを備えた電気機器のコストを軽減させる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に従った第1の実施の形態による光半導体センサ100の模式的回路図。

【図2】発光素子を光半導体センサへ用いた場合の分光感度特性および視感度特性を示すグラフ。

【図3】緑色LEDを光半導体センサ100へ用いた場合の可視光の照度 E_v に対する出力電流15（短絡電流 I_{sc} ）を示したグラフ。

【図4】黄色LEDを光半導体センサ100へ用いた場合の可視光の照度 E_v に対する出力電流15（短絡電流 I_{sc} ）を示したグラフ。

【図5】従来のSiフォトトランジスタを用いた光半導体センサにおける可視光の照度 E_v に対するコレクタ電流 I_c を示したグラフ。

【図6】本発明に従った第2の実施の形態による光半導体センサ200の模式的回路図。

【図7】本実施の形態による光半導体センサ200における可視光の照度 E_v に対する起電圧 V_{OC} を示したグラ

フ。

【図8】黄色LEDに代えて緑色LEDを光半導体センサ200へ用いた場合の可視光の照度 E_v に対する起電圧 V_{oc} を示したグラフ。

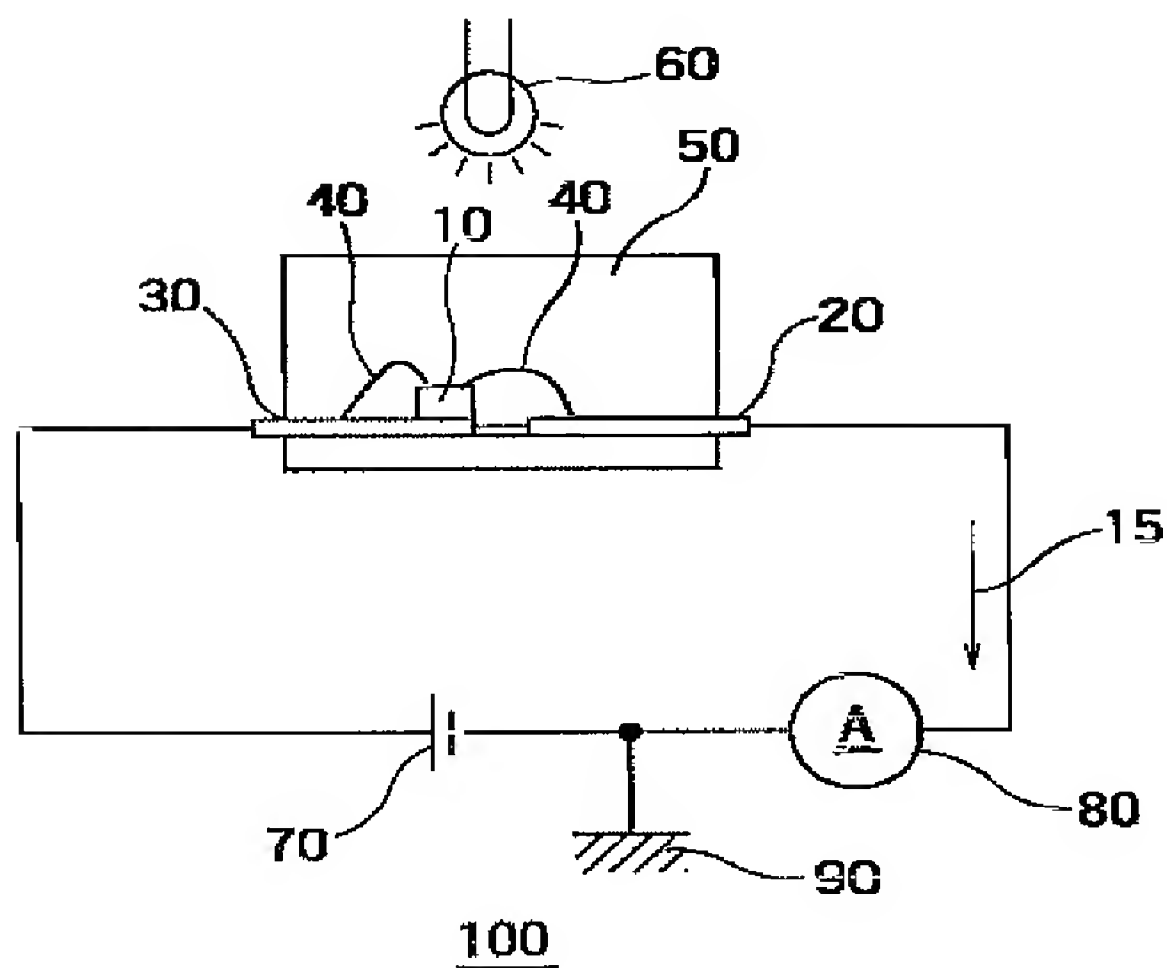
【図9】光半導体センサ200における可視光の照度 E_v に対する起電圧 V_{oc} を示したグラフ。

【図10】Siフォトトランジスタの分光感度特性、視感度特性および様々な光源の発光特性を示すグラフ。

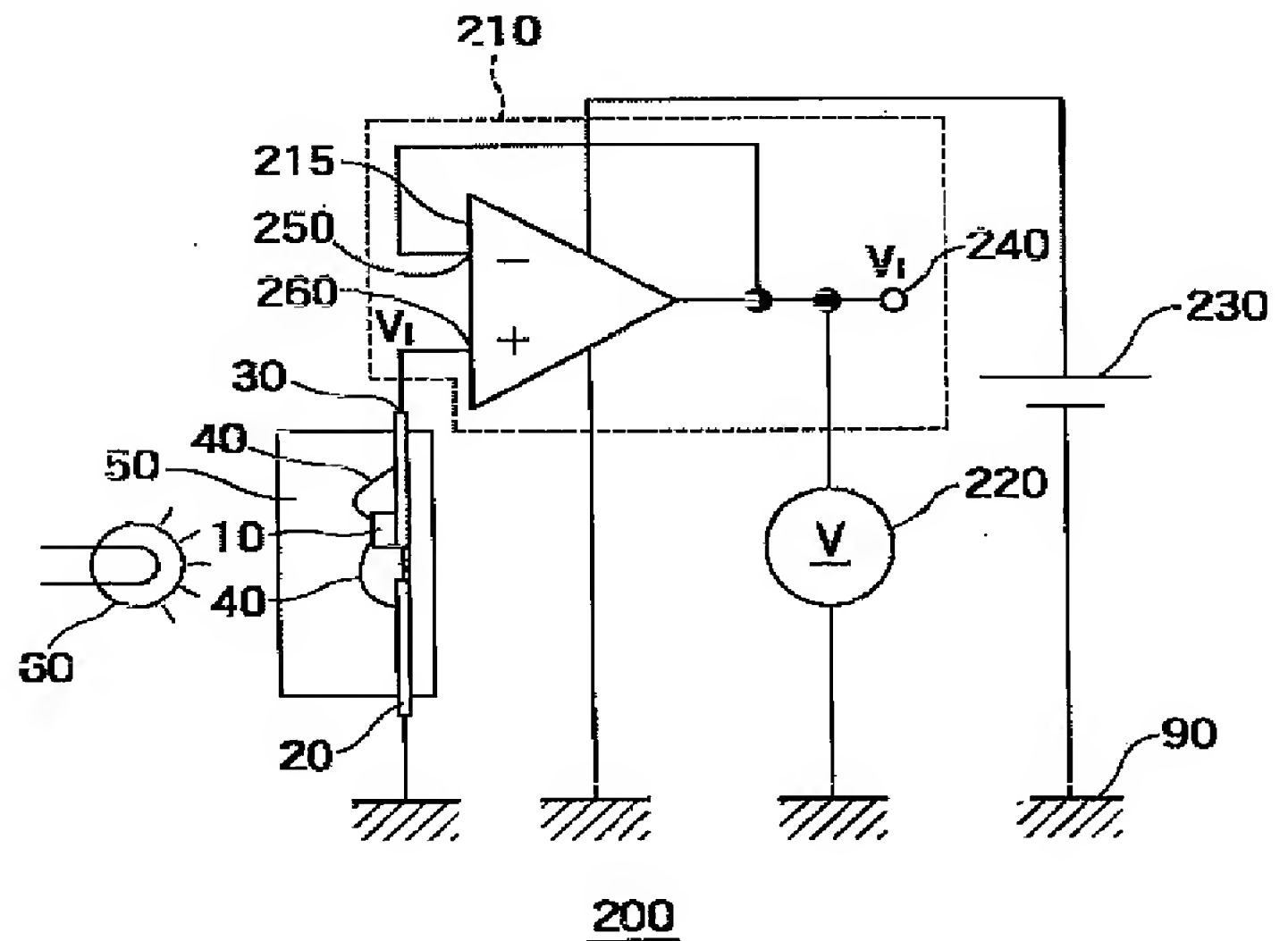
【符号の説明】

- 10 発光素子
- 15 出力電流
- 20 アノード端子
- 30 カソード端子
- 40 ボンディングワイヤ
- 50 透明樹脂
- 70 電圧源
- 100、200 光半導体センサ
- 210 ボルテージホロワ回路
- 215 CMOSオペアンプ
- 230 電圧源
- 240 出力
- 250 反転入力端子
- 260 非反転入力端子

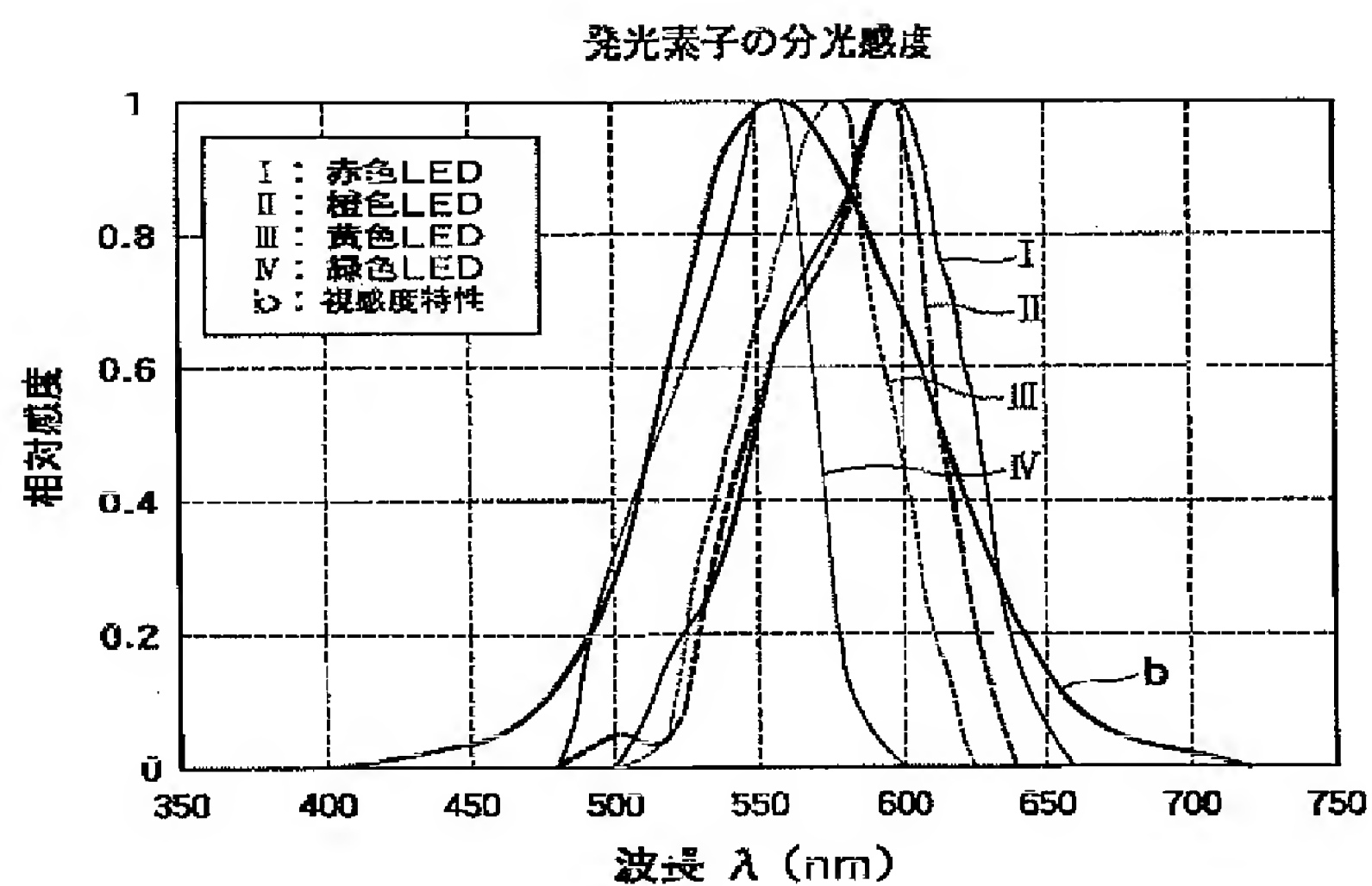
【図1】



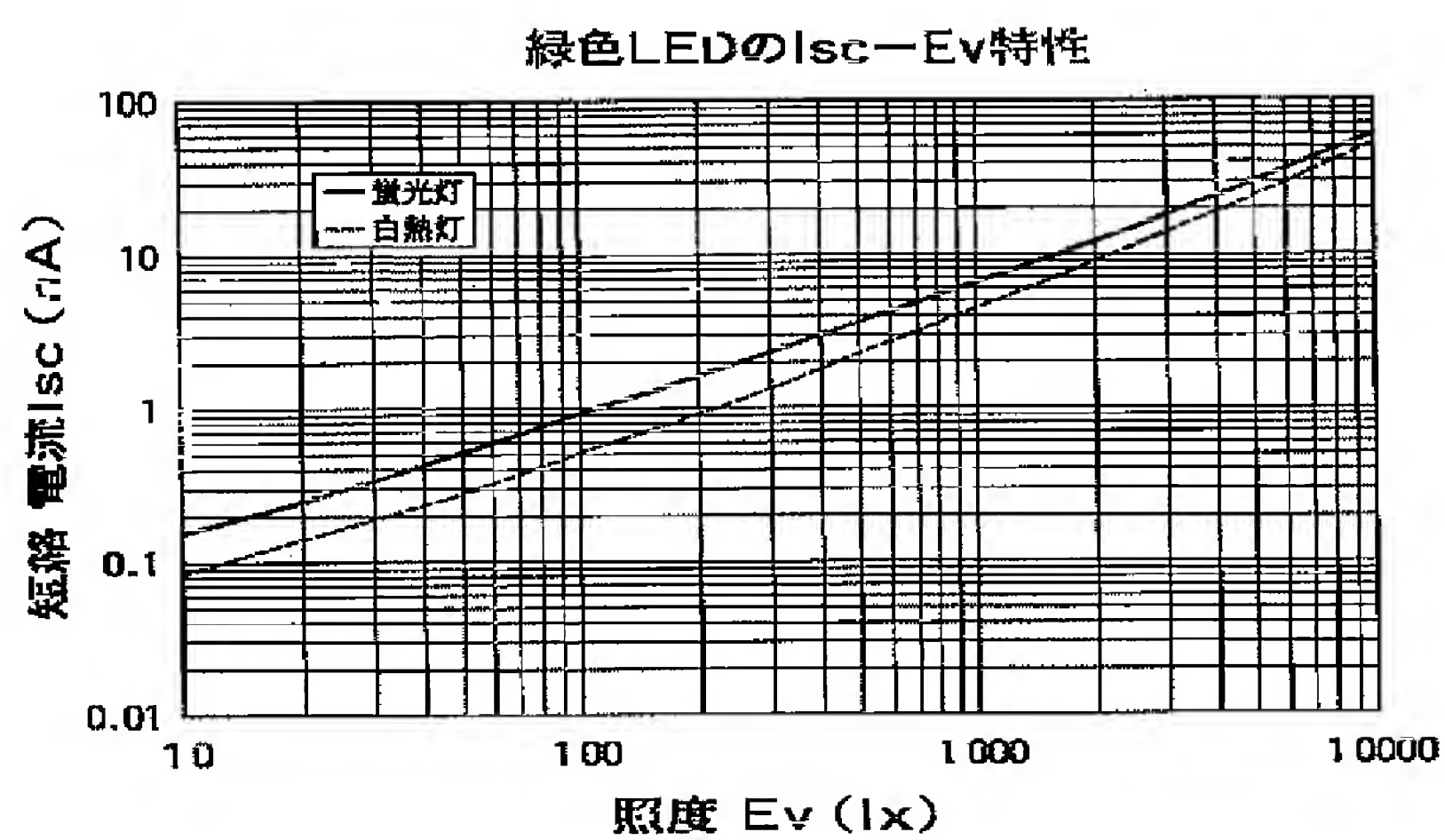
【図6】



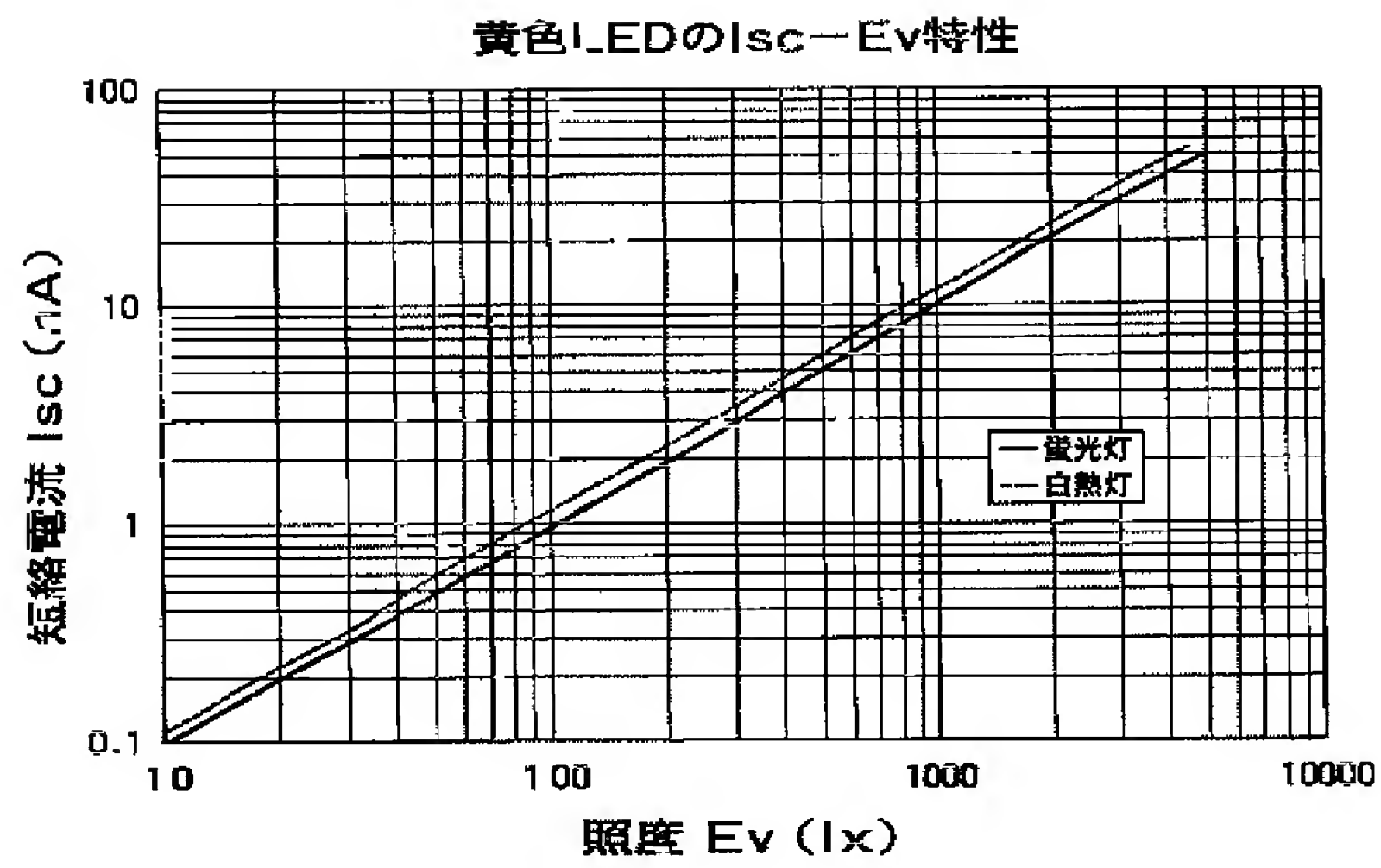
【図2】



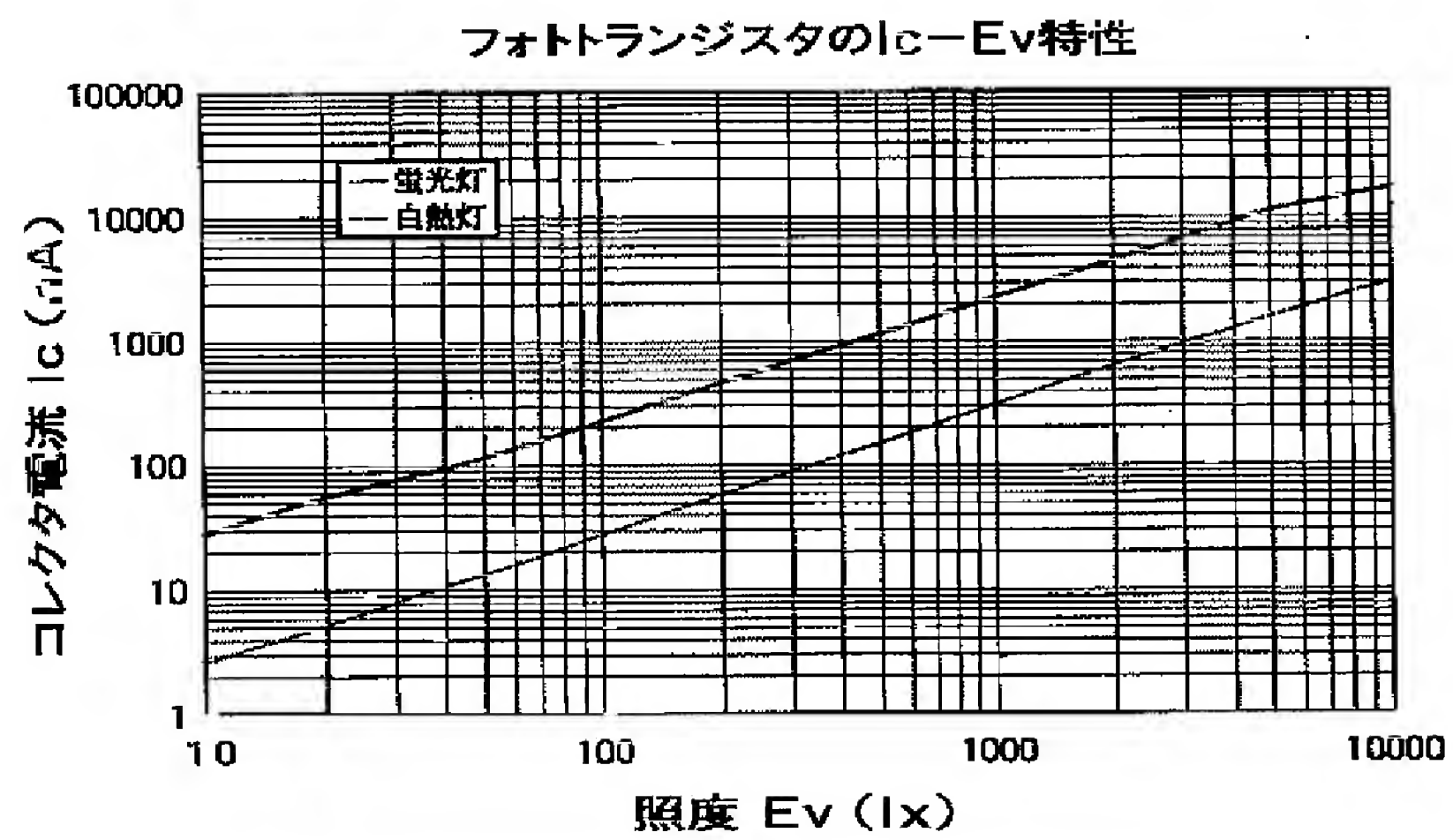
【図3】



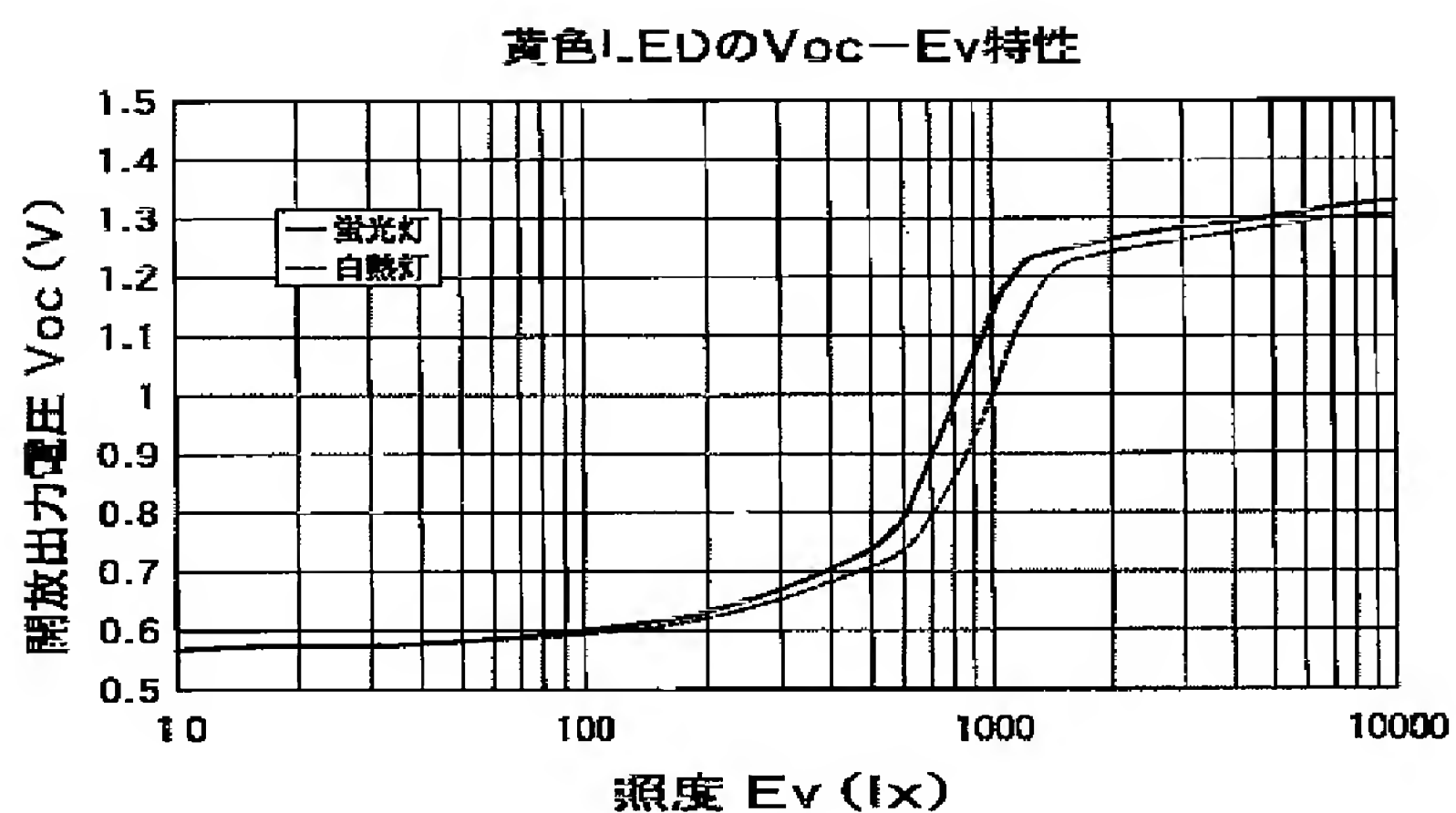
【図4】



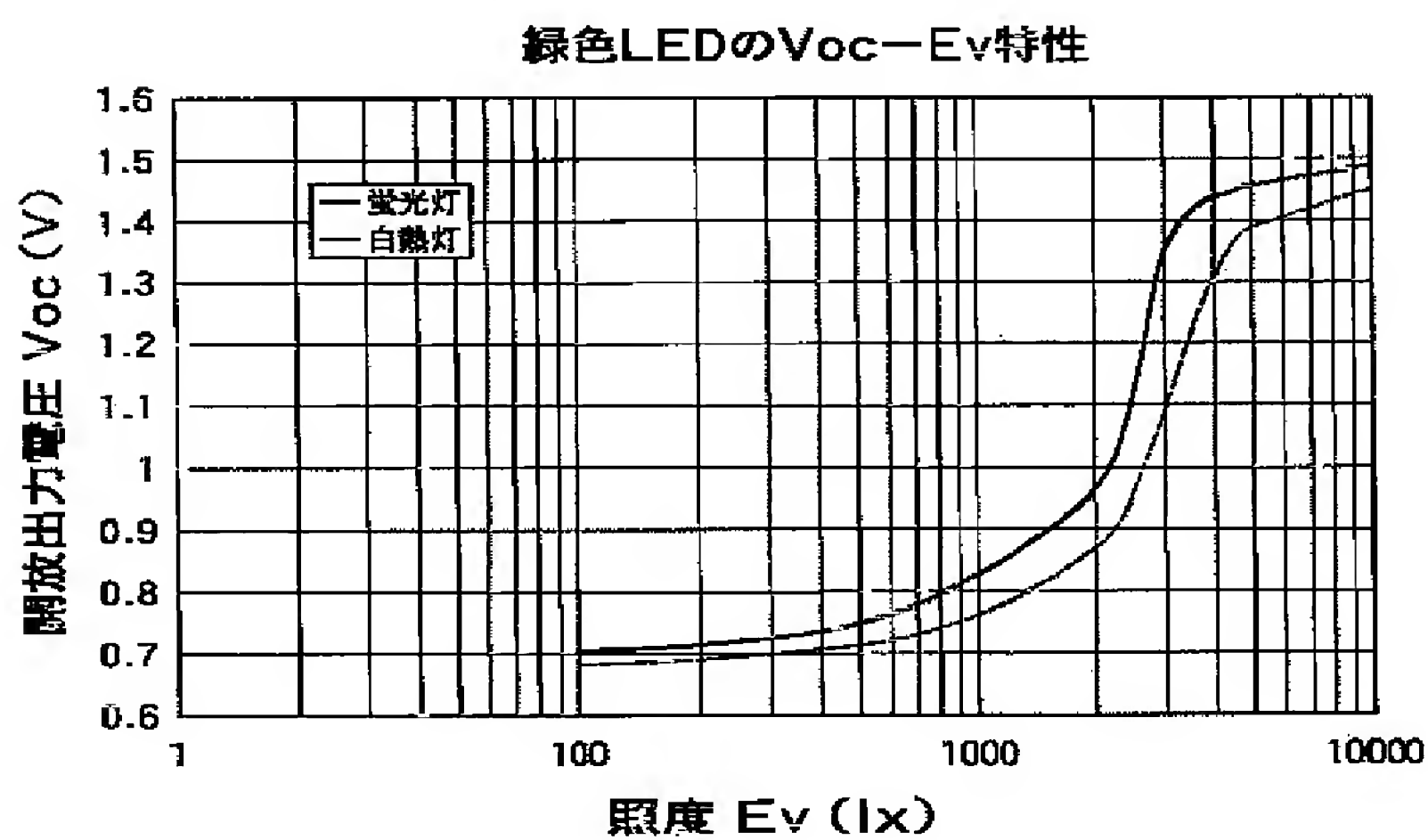
【図5】



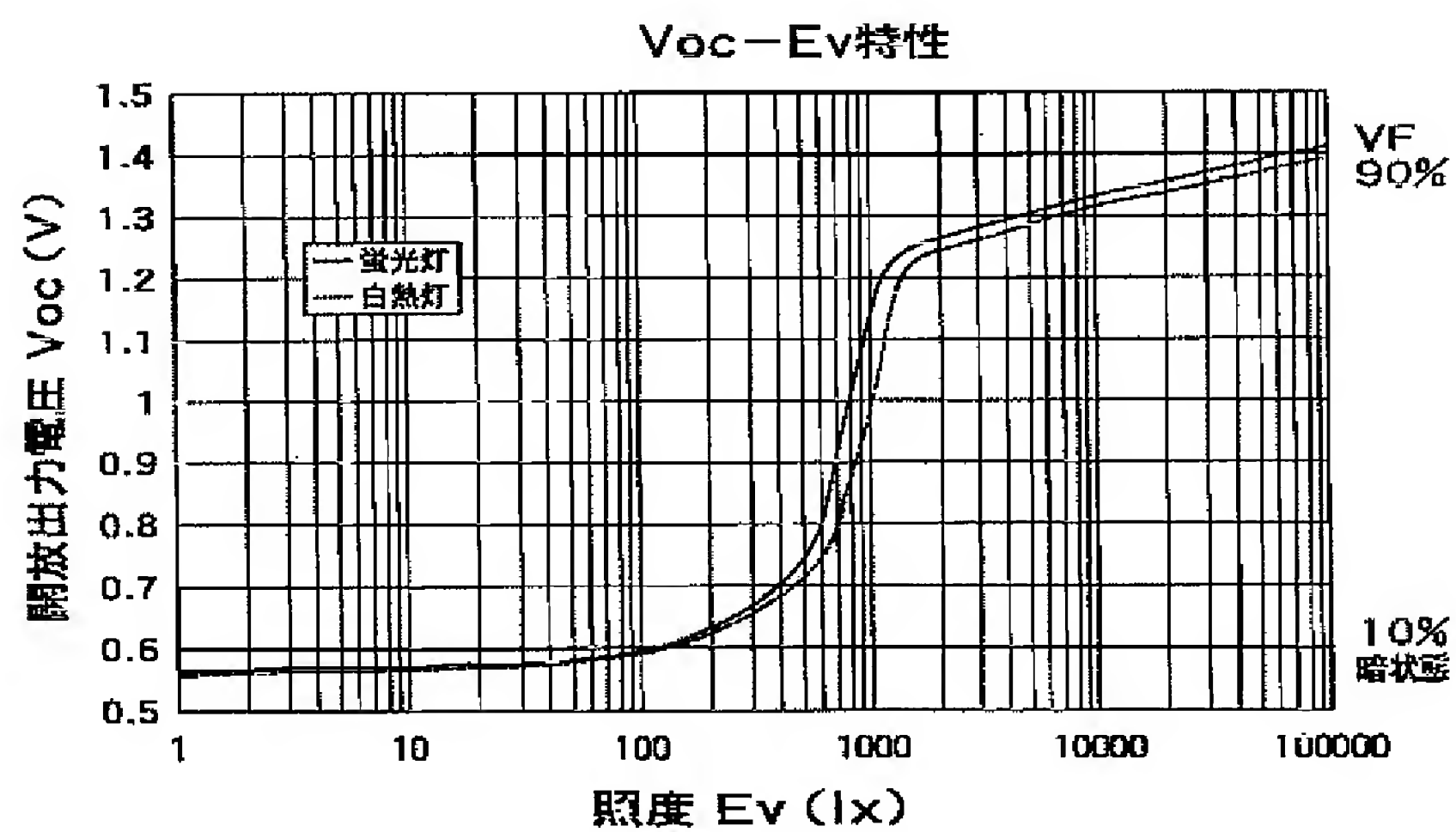
【図7】



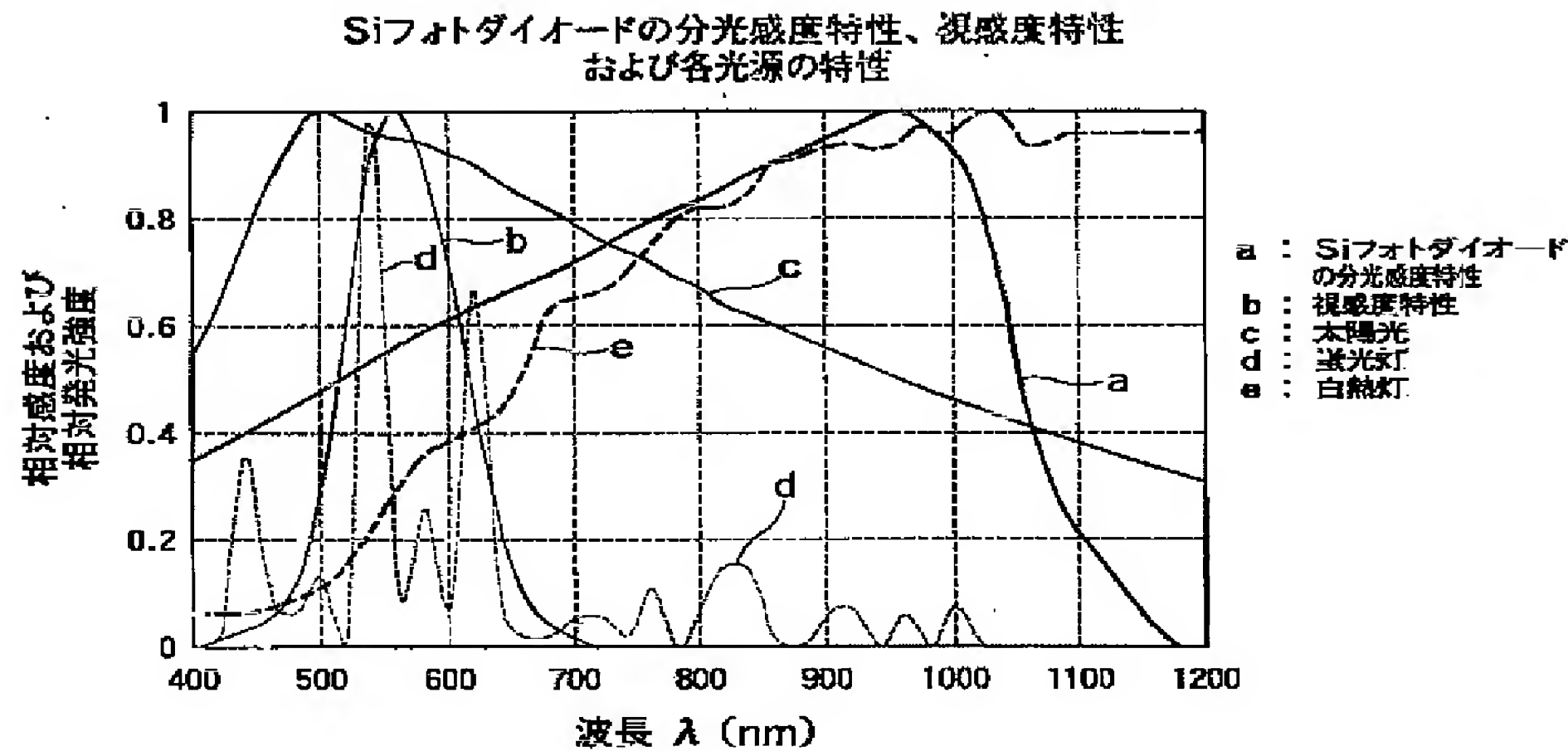
【図8】



【図9】



【図10】



【手続補正書】

【提出日】平成15年3月11日(2003. 3. 11)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】導電型が互いに異なる半導体領域の接合部に順方向へ電圧を印加することにより発光する発光素子を備え、

前記発光素子へ照射された可視光の波長に基づいた該発光素子からの電流または電圧により該可視光を検出することを特徴とする光半導体センサ。

【請求項2】前記発光素子は照度を検出することを特徴とする請求項1に記載の光半導体センサ。

【請求項3】前記接合部に逆方向へ電圧を印加するように前記発光素子に電氣的に接続された電圧源をさらに備え、

前記発光素子へ照射された可視光の波長に基づき該発光素子から生じた電流により該可視光を検出することを特徴とする請求項1に記載の光半導体センサ。

【請求項4】前記発光素子へ照射された可視光の波長に基づき該発光素子から生じた起電圧により該可視光を検出することを特徴とする請求項1に記載の光半導体センサ。

【請求項5】前記発光素子の一方の電極は基準電圧に接続され、

前記発光素子の他方の電極に接続された非反転入力と、

互いに接続された反転入力および出力とを有し、前記起電圧を低いインピーダンスに変換して出力する演算増幅器をさらに備え、

前記演算増幅器から出力された前記起電圧により該可視光を検出することを特徴とする請求項4に記載の光半導体センサ。

【請求項6】前記起電圧の値が発光電圧範囲または開放出力電圧範囲の10%から90%の電圧値にあるときに、該起電圧が前記可視光の波長に対してほぼ線形に変化することを特徴とする請求項4または請求項5に記載の光半導体センサ。

【請求項7】前記起電圧は、照度が約100ルクスと約1500ルクスとの間の範囲において第1の傾きで変化することを特徴とする請求項6に記載の光半導体センサ。

【請求項8】前記起電圧は、照度が約1500ルクスと約100000ルクスとの間の範囲においては第2の傾きで変化することを特徴とする請求項7に記載の光半導体センサ。

【請求項9】前記起電圧が発光電圧範囲または開放出力電圧範囲の10%から90%の範囲にあるときに、該起電圧がそれ以外の範囲にある場合よりも、前記可視光の波長の変化に対する該起電圧の変化率が大きいことを特徴とする請求項4から請求項6のいずれかに記載の光半導体センサ。

【請求項10】前記発光素子は視感度特性に近い分光感度特性を有することを特徴とする請求項1から請求項9のいずれかに記載の光半導体センサ。

【請求項11】前記発光素子は500nmから620nmの波長の

光波を検出する分光感度を有することを特徴とする請求項1から請求項9のいずれかに記載の光半導体センサ。

【請求項12】前記発光素子は黄色光から緑色光の範囲の光を発光する発光素子であることを特徴とする請求項1から請求項11のいずれかに記載の光半導体センサ。

【請求項13】前記発光素子の半導体はInGaAlPまたはGaPのいずれかの材料からなることを特徴とする請求項12に記載の光半導体センサ。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0014

【補正方法】変更

【補正内容】

【0014】前記発光素子は、照度を検出する。前記接合部に逆方向へ電圧を印加するように前記発光素子に電氣的に接続された電圧源をさらに備え、前記発光素子へ照射された可視光の波長に基づき該発光素子から生じた電流により該可視光を検出してもよい。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0017

【補正方法】変更

【補正内容】

【0017】好ましくは、前記起電圧の値が発光電圧範囲または開放出力電圧範囲の10%から90%の電圧値にあるときに、該起電圧が前記可視光の波長に対してほぼ線形に変化する。より好ましくは、前記起電圧は、照度が約100ルクスと約1500ルクスとの間の範囲において第1の傾きで変化し、照度が約1500ルクスと約100000ルクスとの間の範囲においては第2の傾きで変化する。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0020

【補正方法】変更

【補正内容】

【0020】好ましくは、前記発光素子は黄色光から緑色光の範囲の光を発光する発光素子である。好ましくは、前記発光素子の半導体はInGaAlPまたはGaPのいずれかの材料からなる。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0036

【補正方法】変更

【補正内容】

【0036】黄色LEDの活性層に使用される材料としては、InGaAlP、GaP等があるが、発光出力が比較的大きい、即ち、短絡電流Iscが比較的大きいInGaAlPが好ましい。

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0042

【補正方法】変更

【補正内容】

【0042】図6は、本発明に従った第2の実施の形態による光半導体センサ200の模式的回路図である。尚、図1の第1の実施の形態の構成要素と同じ構成要素には同一の参照番号が付されている。本実施の形態における発光素子10も、第1の実施の形態と同様に、視感度特性により近い分光感度特性を有する黄色LEDである。その黄色LEDの活性層の材料は、InGaAlP、GaP等があるが、発光出力が比較的大きい、即ち、短絡電流Iscが比較的大きいInGaAlPが好ましい。

【手続補正7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0049

【補正方法】変更

【補正内容】

【0049】光源60からの光が透明樹脂50を介して発光素子10入射したときに、開放状態の発光素子10に起電圧Vocが生じる。起電圧Vocは、入力インピーダンスの高い非反転入力端子260に入力され、ボルテージホロワ回路210によって低インピーダンスにインピーダンス変換された後、出力240から起電圧Vocのまま出力される。この出力240からの起電圧Vocを電圧検出器220が検出する。

【手続補正8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0050

【補正方法】変更

【補正内容】

【0050】図7は、本実施の形態による光半導体センサ200における可視光の照度Evに対する起電圧Vocを示したグラフである。蛍光灯を光源としたときのグラフを実線で表し、白熱灯を光源としたときのグラフを破線で表している。また、横軸は可視光の照度Evをルクス(1x)の単位で表し、縦軸は発光素子10からの起電圧Vocをボルト(V)の単位で表している。

【手続補正9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0055

【補正方法】変更

【補正内容】

【0055】一般に、LEDは、所定の範囲の順電圧によって発光する。LEDが発光するときに順電圧の取り得る電圧の範囲を発光電圧範囲とする。一方で、同じLEDに可視光を照射した場合には、LEDは起電圧Vocを出力する。起電圧Vocの取り得る範囲を開放出力電圧範囲とする。通常、発光電圧範囲の幅と開放出力電圧範囲の幅とはほぼ等しい。よって、発光電圧範囲および開放電圧範

囲は、順電圧範囲と換言してもよい。

【手続補正10】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0058

【補正方法】変更

【補正内容】

【0058】また、照度 E_v は、約100 lxから約1500 lxまでの間および約1500 lxから約100000 lxまでの間において線形に変化する。従って、ある起電圧 V_{oc} の値に対して正確な照度 E_v が簡単に導出され得る。約1500 lxから約100000 lxの範囲のグラフは、約100 lxから約1500 lxの範囲のグラフに比べ傾きが小さくなる。しかし、光

半導体センサ200は、約1500 lxから約100000 lxの範囲の照度を十分に検出することはできる。また、約100 lxから約1500 lxの範囲の照度は、一般的な環境（例えば、室内）での照度の範囲を十分に含み、約1500 lxから約100000 lxの範囲の照度は、特殊な環境（例えば、炎天下の屋外）での照度に該当する。従って、光半導体センサ200は、約1500 lxから約100000 lxの範囲の照度を検出する必要性が少ない。尚、図9において、約100 lxから約1500 lxの範囲のグラフは曲線で示されているが、横軸が対数表示であるので、その範囲での曲線は実際には線形である。

フロントページの続き

(72)発明者 片山 貴雄
神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝マイクロエレクトロニクスセンター内

Fターム(参考) 5F049 MA02 MA20 MB07 NA10 NA18
NA19 NB07 UA20 WA03